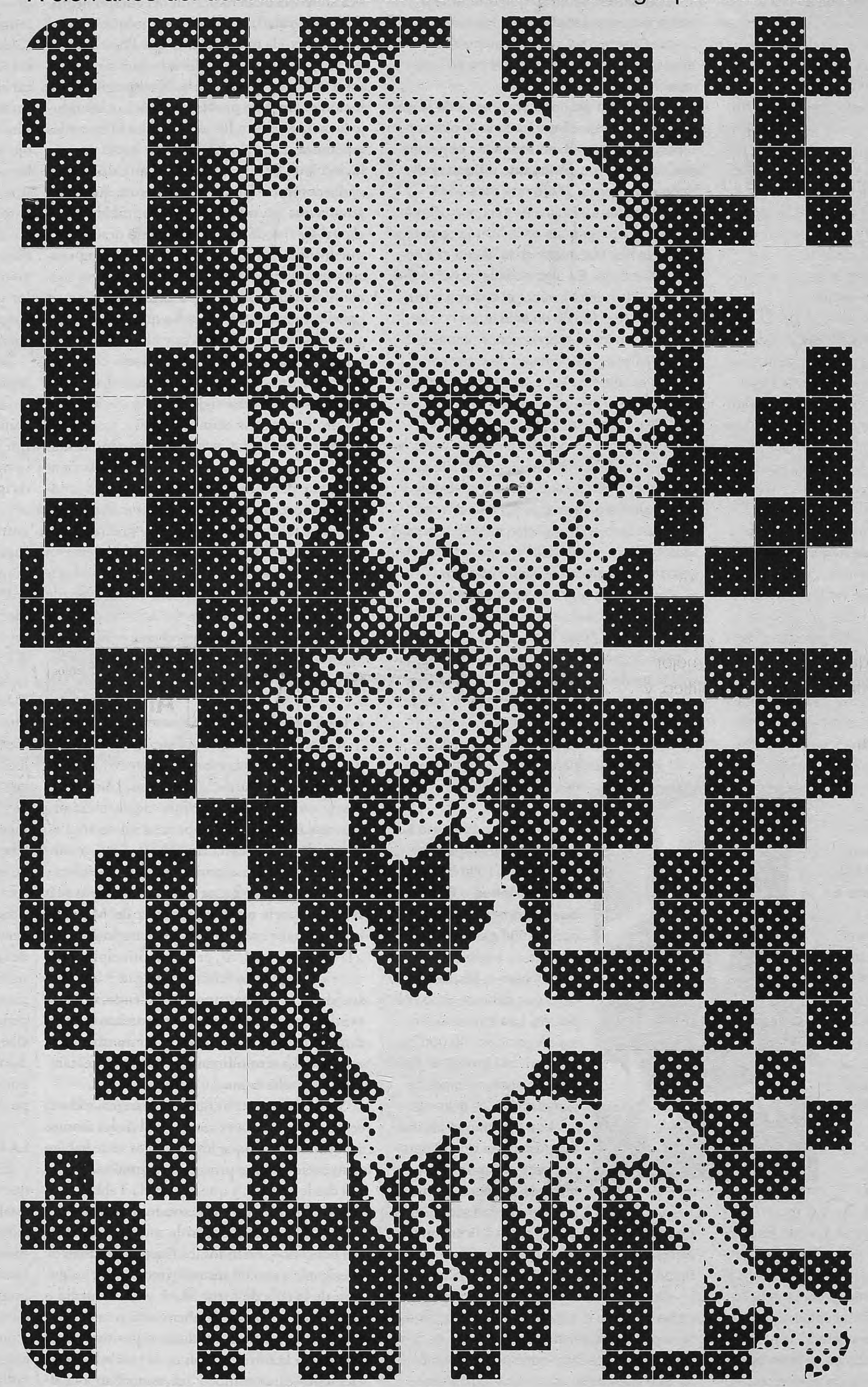
A cien años del descubrimiento de los cuantos de energía por Max Planck



El nacimiento de la mecánica cuántica

Hace exactamente 100 años y dos días nacía –apenas como la solución a un problema clásico– la Teoría Cuántica, que sacudiría a la Física tradicional durante todo el siglo XX. La idea de los cuantos que Max Planck introdujo hace un siglo abrió las puertas a una comprensión más profunda y a la vez mucho más conflictiva de la naturaleza. **Futuro** considera que este es un aniversario digno de recordarse y repasa la historia que derivó en aquel descubrimiento que obligó a repensar la consistencia de lo real.

REPORTAJE AL DIVULGADOR CIENTIFICO MATT RIDLEY

Contra el supermercado genético

POR JAVIER SAMPEDRO
(*El País* de Madrid)

Matt Ridley ha logrado vender en Estados Unidos 60.000 ejemplares con su último libro *Genoma. La autobiografía de una especie en 23 capítulos*, y ello a pesar de dos serios obstáculos: primero, que se trata de un libro de alta divulgación científica, y segundo, que no contiene un solo párrafo copiado de otro autor. Se trata de un libro con una exposición brillante, profunda y transparente (recién editado en España por la editorial Taurus). Ridley, de 42 años, es doctor en biología por la Universidad de Oxford y ejerció el periodismo científico en la revista *The Economist* y otras publicaciones británicas hasta 1992.

–¿Está evolucionando la especie humana en este mismo momento?

–Sí, pero no se sabe hacia dónde. La evolución humana siguió una dirección consistente en el pasado (más cerebro, menos pelo, más erguimiento), pero no ahora. Hace unas cuantas generaciones, una ventaja selectiva podía ser la resistencia a la tuberculosis, pero eso ya no cuenta. Como dice Richard Dawkins, la principal ventaja selectiva en nuestras sociedades actuales es la incompetencia en el uso del preservativo.

–Cuando los científicos hayan descubierto 10 o 20 marcadores genéticos asociados a la alta inteligencia, ¿qué les pasará a las personas que no los tengan?

–Espero que nada, porque yo debo ser una de esas personas. El 99 por ciento de la gente no llevará esos marcadores y no veo ninguna razón para discriminar al 99 ciento de la gente. Los padres, los maestros, todos los seres humanos hemos detectado siempre, sin mayores problemas, quiénes están dotados de un talento especial, sin marcadores de ADN.

–Bueno, pero cuando los haya no hará falta esperar a que la niña agarre un violín o un libro de física. Ni habrá que esperar a que nazca.

–Los marcadores tendrán un poder de predicción más bien borroso. Es bastante probable que en Estados Unidos, dentro de poco, una pareja se siente con un especialista en genética humana para tratar de decidir qué combinación de genes quiere para su hijo...

–¿Y qué hay de los marcadores para, digamos, la tendencia a la drogadicción?


MATT RIDLEY.

–Eso es más interesante, porque afecta a la distinción entre curar una enfermedad innata y mejorar los genes que afectan a cualidades humanas como la inteligencia y la belleza. Lo primero está mejor aceptado que lo segundo, pero la línea de separación es muy difusa. El de la drogadicción es un buen ejemplo de esa difuminación entre ambos conceptos. Entonces, ahora mismo sería bastante fácil tomar una decisión sobre qué genes preferir para un hijo, porque disponemos de muy poco donde elegir: un marcador para la drogadicción, un par de ellos para la inteligencia, tres o cuatro para una enfermedad u otra. Pero dentro de muy poco habrá 30.000 o 40.000 de esos marcadores, y entonces los padres se sentarán con el médico que tendrá un inacabable listado de posibles variantes genéticas. Y empezarán a ver: hmm, esta combinación da bajo, un poco más inteligente que el promedio, bien dotado para la música, nariz grande, esta otra da vista aguda, pelo castaño y... ¡maldición, una marcada propensión a la obesidad!, y así millones de combinaciones posibles. Los padres, sencillamente, se darán cuenta de que no tienen la menor idea de qué genes quieren para su hijo.

–Los padres tendrán que apurarse a elegir las características de los hijos...

–Sí. Cuanta más información genética exista, menores serán los peligros de la selección genética.

–Una de las grandes sorpresas de la genética contemporánea ha sido la extraordinaria estabilidad, en todas las especies animales, de los genes que dirigen el diseño del cuerpo. ¿Qué nos dice eso?

–Que todos los animales estamos usando los mismos programas en la misma computadora. No hay Macintosh en la naturaleza: todo es Microsoft. Es algo que nunca hubiéramos podido predecir sobre el sistema que rige la construcción de un animal, un tipo de sistema que los humanos nunca hemos inventado. Nuestras cámaras de video son analogías útiles de los ojos, nuestros aviones lo son de las alas, etcétera, pero no disponemos de ninguna analogía similar para una máquina capaz de autoensamblarse y eso es lo que es el desarrollo de un animal, de cualquier animal. En cualquier caso, la estabilidad evolutiva de estos genes muestra con gran fuerza que la evolución inventó una sola vez el primer animal segmentado y todos somos meras variaciones sobre ese tema.

–La especie humana tiene menos de 40.000 genes, sólo el doble que un minúsculo gusano. ¿Qué le sugiere?

–Son malas noticias para nuestra autoestima, la verdad. Abren una crisis de información. Los modelos del tipo *un gen-un efecto* son demasiado simples. La bioinformática tiene que volverse mucho más interesante, sutil y sofisticada para entender cómo los genes se afectan unos a otros.

–El cerebro humano tiene 100.000 millones de neuronas y 1000 billones de conexiones. ¿Cómo se puede construir todo eso con 40.000 genes?

–Parece imposible, en efecto, pero la respuesta tiene que estar en la combinatoria. Las formas distintas de combinar 40.000 genes son casi ilimitadas. Cada gen, además, produce varias proteínas distintas.

–Los científicos chomskyanos creen que el cerebro está compuesto por muchos órganos mentales especializados. Sus oponentes, más próximos a la inteligencia artificial, sostienen que faltan genes para diseñar todo eso. ¿Usted les da la razón?

–No. La idea del cerebro como tabla rasa no ha resistido el paso del tiempo porque está hecho de módulos especializados, de órganos mentales diseñados para un propósito. Si un cerebro no tiene una región especializada en el lenguaje, como la famosa área de Brocca, no puede aprender a hablar. Por supuesto, estos módulos son flexibles: una persona los usa para aprender inglés, otra para aprender español. Pero las áreas de la visión serían muy malas aprendiendo a hablar. Debe haber algo especial en el diseño del área de Brocca, algo que le permite utilizar automáticamente las reglas generales del lenguaje.

–Ese algo tiene que estar en los genes.

–Sí.

–O sea, que es usted un chomskyano.

–Puede escribirlo así. No creo que Chomsky proteste.

El nacimiento de la mecáni

POR LEONARDO MOLEDO Y CARLOS D. GALLES

La mecánica cuántica nació en la oscuridad: el 14 de diciembre de 1900, hace exactamente cien años y dos días, Max Planck presentó ante los miembros de la Sociedad Alemana de Física su teoría de la radiación del cuerpo negro. En la oscuridad, en el silencio, porque aunque nadie objetó la nueva noción que Planck introducía –los cuantos– nadie advirtió, ni el mismo Planck, lo que se venía. Nació como la solución de un gran problema clásico, e introdujo la cuña que sacudió toda la física clásica y las esperanzas del siglo XIX. Nació como una solución anhelada y buscada durante décadas, y nadie comprendió, en su momento, que inauguraba una era nueva. Cerró un problema con el cual los físicos estaban luchando desde hacía muchísimo, y abrió la puerta a una comprensión más amplia, más profunda y a la vez más conflictiva de la naturaleza. Nació como un cigarrillo y generó un incendio que obligó –y sigue obligando– a científicos y filósofos a repensar la consistencia de lo real. Nació como un producto del siglo XIX y llevaba el detonador de toda la física del siglo XX. Apareció como un problema de la termodinámica, y se transformó en una de las más poderosas teorías-marco actuales –y tal vez de la historia de la ciencia–, que permite explicar y predecir los fenómenos atómicos y del microcosmos en general. Fue una teoría revolucionaria y audaz, cuyos alcances el mismo Planck no pudo prever ni imaginar –como tampoco, seguramente– que la innovación que introducía sin demasiado convencimiento y "como un acto de desesperación" ante un fenómeno rebelde se iba a convertir en uno de los pilares centrales y más firmes de la física actual.

A LA VUELTA DE SIGLO

A fines del siglo XIX la física estaba consolidada –y en violenta expansión– alrededor de dos grandes teorías vastas, gigantescas, comprensivas y, en apariencia, definitivas: la mecánica newtoniana, que ya llevaba trescientos años de merecida gloria –con éxitos sistemáticos e ininterrumpidos en la astronomía, en la dinámica y en prácticamente todos los terrenos–, y la más reciente teoría electromagnética de Maxwell, que encerraba en un puñado de ecuaciones, muy a la Newton –es decir, primeros principios y deducción– todos los fenómenos ligados a la electricidad y el magnetismo, prediciendo, de paso, la existencia de ondas electromagnéticas que más tarde detectaría Hertz y Marconi transformaría en radio. La termodinámica, por su parte, también avanzaba como un tanque.

Sin embargo, y por raro que parezca, todavía se discutía sobre la existencia real de los átomos y moléculas. Aunque los químicos ya se habían convencido –largo proceso que tomó todo el siglo desde Dalton, y que incluyó la Tabla Periódica de Mendeleiev y la activa militancia de Kekulé, que una tarde soñó la molécula circular del benceno–, no todos los físicos lo estaban de la existencia real de átomos y moléculas, y algunos, de la talla de Ernst Mach y W. Ostwald o filósofos como Pierre Duhem, más o menos influidos por posturas idealistas o positivistas, se resistían a la introducción en la teoría física de elementos discontinuos que escapaban a cualquier observación directa.

En medio de la controversia –es interesante que en 1853 se haya tratado de decidir si los átomos existían o no mediante un congreso internacional– grandes figuras como Ludwig Boltzmann ya trataban multitud de problemas físicos basándose en la teoría atómico-molecular, y Thomson descubría partículas salidas del interior del átomo. Pero la existencia definitiva de los átomos y moléculas no quedaría demostrada hasta 1906, y recién entonces se consagraría la victoria de lo discreto sobre lo continuo, de Demócrito sobre Aristóteles. Por lo menos en el terreno de la materia. En el de la energía, el concepto continuo por excelencia, todo empezaría aquel 14 de diciembre de 1900.

EL PROBLEMA DEL CUERPO NEGRO

A la vuelta de siglo, y como era de esperar, quedaba una multitud de problemas pendientes y a resolver. Uno de ellos, que es el que interesa para esta historia, era el de la radiación del cuerpo negro, contra el cual se estrellaban, una y otra vez, los más intensos esfuerzos de la termodinámica.

Un cuerpo negro, según la definición de Gustav Kirchoff, que fue uno de los primeros en atacar el problema, es un cuerpo que absorbe toda la radiación que recibe. El ejemplo más a mano son los antiguos hornos de cocina: a través del ojo del horno se podían ver los cambios de color provocados por el aumento de la temperatura: de mate al rojo brillante, luego al naranja, enseguida al amarillo y eventualmente al blanco; no hace falta ser un físico para darse cuenta de que hay una conexión directa entre temperatura, color y calor o energía, si se tiene en cuenta que el calor es una forma de energía.

Dicho de manera más técnica, el horno es un ejemplo de una cavidad aislada, llena de todo tipo de radiación electromagnética: luz visible, infrarrojo, ultravioleta. La radiación se mezcla constantemente, a medida que es reflejada o absorbida y reemitida por las paredes, lo cual garantiza que, después de un tiempo, la cavidad adquiera una temperatura uniforme, es decir, alcance el estado de "equilibrio térmico", y la radiación que el cuerpo emite (todos los cuerpos emiten algún tipo de radiación) se llama "radiación del cuerpo negro".

El problema que los físicos termodinámicos atacaron es el siguiente: ¿cuál es la energía por unidad de volumen de la radiación del cuerpo negro en cada una de las frecuencias de emisión? Es decir, ¿cuánta energía por unidad de volumen se emite en el rojo, cuánta en el ultravioleta, cuánta en el infrarrojo lejano? La cantidad de energía correspondiente a cada frecuencia (por unidad de volumen) es lo que se llama densidad espectral. El problema de la radiación del cuerpo negro era uno de los enigmas centrales de la termodinámica, y no porque los físicos del siglo XIX fueran aficionados a los hornos de cocina, sino porque un cuerpo negro, que, vale la pena repetirlo, absorbe toda la radiación que recibe, la mezcla y después la reemite, es un modelo de una multitud de sistemas físicos (el Sol, por ejemplo, puede modelizarse como un cuerpo negro).

LA LEY DE KIRCHOFF

En 1860, el mismo Kirchoff anunció una ley que representaba la radiación del cuerpo negro, estableciendo que la curva que describe la radiación no depende del volumen, de la forma o del material de la cavidad y depende únicamente de la temperatura. Es un enunciado universal y sorprendente y, por cierto, no era poca cosa. Depende únicamente de la temperatura, sí. Pero, ¿cómo depende? Kirchoff no pudo responder a esa pregunta ni enunciar la ley universal de la radiación del cuerpo negro. Ni pudo responderla nadie en los cuarenta años que siguieron, a pesar de que, como escribió el propio Einstein después: "si pesáramos toda la materia gris que fue sacrificada en el altar de la radiación del cuerpo negro, nos llevaríamos un sorpresa". Lo que nadie se imaginó –y esa sí que fue una verdadera sorpresa– es que la solución del problema produciría una verdadera revolución en la física y en la concepción del mundo.

CUARENTA AÑOS DE LUCHA

Después del resultado de Kirchoff, el primer paso decisivo se dio en 1879, cuando Josef Stefan conjeturó, a partir de observaciones experimentales, que la energía debería ser proporcional a la cuarta potencia de la temperatura. Fue

nica cuántica

una conjetura acertada, a la que en 1884, Ludwig Boltzmann le dio soporte teórico.

En 1893 Wilhem Wien hizo un pequeño avance, al sugerir que la función misteriosa debía depender del cociente entre la frecuencia de la radiación emitida y la temperatura. Pero nadie, todavía, sabía la forma de la ley, aunque poco después, en 1896, el mismo Wien propuso una que encajaba bastante bien con los datos experimentales. Lo cierto es que el problema planteado por Kirchoff seguía sin resolverse cuando Kirchoff murió en 1887, sin ver sustanciales avances. Su cátedra en la Universidad le fue ofrecida a Boltzmann, que no la aceptó. Entonces le fue ofrecida a Hertz, que tampoco la aceptó. Entonces se la ofrecieron a Max Planck.



UN ACTO DE DESESPERACION

"Resumido brevemente, se puede describir lo que hice como un acto de desesperación. Por naturaleza soy pacífico y rechazo toda aventura dudosa. Pero, por entonces, había estado luchando sin éxito durante seis años (desde 1894) con el problema del equilibrio entre radiación y materia, y sabía que este problema tenía una importancia fundamental para la física; también conocía la fórmula que expresa la distribución de la energía en los espectros normales. Por consiguiente, había que encontrar, costase lo que costase, una interpretación teórica. Tenía claro que la física clásica no podía ofrecer una solución a este problema, puesto que en ella, a partir de cierto momento, toda la energía será transferida de la materia a la radiación. Para evitar esto se necesita una nueva constante que asegure que la energía se desintegre. Pero la única manera de averiguar cómo se puede hacer esto es partiendo de un punto de vista definido. En mi caso, el punto de partida fue mantener las dos leyes de la termodinámica. Hay que conservar, me parece, estas dos leyes bajo cualquier circunstancia. Por lo demás, estaba dispuesto a sacrificar cualquiera de mis convicciones anteriores sobre las leyes físicas. Boltzmann había explicado cómo se establece el equilibrio termodinámico mediante un equilibrio estadístico, y si se aplica semejante método al equilibrio entre la materia y la radiación, se encuentra que se puede evitar la continua transformación de energía en radiación suponiendo que la energía está obligada, desde el comienzo, a permanecer agrupada en ciertos cuantos. Esta fue una suposición puramente formal y en realidad no pensé mucho en ella."

Max Planck

VIDA DE PLANCK

Max Planck había nacido en Kiel (entonces territorio danés) el 23 de abril de 1858 y su larga vida se prolongó hasta el 4 de octubre de 1947. Hizo sus primeras letras en esa ciudad hasta que la familia se trasladó a Munich donde se graduó en 1874. Ya por entonces era reconocido por sus muchos talentos, habiendo mostrado su capacidad para la música (llegó a escribir una opereta), la filología y las matemáticas. Finalmente se decidió por estas últimas, comenzando sus estudios en la Universidad de Munich, donde pronto se vio atraído por los temas de física, aunque algunos de sus profesores trataron de persuadirlo de que ya nada quedaba por hacerse en ese campo. La enseñanza era predominantemente experimental y se cree que fue entonces que Planck hizo la que probablemente fue su única práctica de laboratorio y, en ese sentido, es que se lo puede considerar, o por lo menos así lo considera la leyenda, el primer físico teórico en el sentido moderno de la palabra, aunque el asunto sea, naturalmente, discutible. El propio Planck se definía como un "físico sui generis", lo cual no hizo fáciles sus primeros años como profesor.

Luego prosiguió sus estudios en la Universidad de Berlín, donde fue alumno de Kirchhoff y de Helmholtz; en 1879 presentó su tesis doctoral sobre la Segunda Ley de la Termodinámica. Luego prosiguió una carrera académica siempre ascendente, se transformó en profesor extraordinario en la Universidad de Kiel en 1885 y en un experto en Termodinámica y su fama quedó confirmada al ganar en 1887 el premio en una competición de la Universidad de Göttingen. En 1897 publicó su *Vorlesungen uber Thermodynamik* (Tratado de Termodinámica), que fue utilizado durante tres décadas como texto de presentación de esa rama de la Física. Hacia 1897 dedicó todos sus esfuerzos a la resolución del enigma del cuerpo negro. Desde ya, estaba lejos de imaginarse cuán lejos lo iba a llevar: ni más ni menos que a una revolución científica.

PLANCK Y EL CUERPO NEGRO

Primero, Planck trató de deducir la esquiva ley basándose en la dinámica de Newton/Maxwell, y llegó a un callejón sin salida. Más tarde, trató de probar la validez universal de la ley de Wien, y terminó en un rotundo fracaso. La ley de Wien, buena para las frecuencias altas, fracasaba rotundamente en las bajas, como se podía comprobar a medida que los aparatos se perfeccionaban y permitían estudiar el infrarrojo lejano.

Durante los meses de abril a setiembre del año 1900, un par de grupos había trabajado en el infrarrojo lejano (donde fallaba la ley de Wien) y funcionaba una fórmula diferente (la que hoy se conoce como de Rayleigh Jeans, en honor a quienes la elaboraron). En octubre, un colega le informó que, tomando en cuenta los nuevos datos, la ley de Rayleigh-Jeans funcionaba perfectamente. Esto es, la ley de Rayleigh-Jeans funcionaba para las bajas frecuencias y fallaba en las altas, la ley de Wien a la inversa. Al atardecer del domingo 7 de octubre, Planck ensayó una fórmula que combinaba (o mejor dicho, interpolaba) ambas, y que, como pudo comprobar poco después, se ajustaba a los datos experimentales. El 19 de octubre la dio a conocer en la reunión de la Sociedad Alemana de Física en Berlín.

EL PASO FINAL

Sin embargo, y aunque la fórmula funcionaba, no dejaba de ser un constructo, una interpolación, que no se basaba en principios últimos. Y Planck era un físico clásico, que buscaba la derivación a partir de primeros principios (en la tradición de Newton y Maxwell) y no en la de Faraday. "Incluso si se da por supuesta la más absoluta y exacta validez de la fórmula de radiación, si sólo tuviera la categoría de una ley descubierta por una intuición afortunada, no podría esperarse que tuviera sino una importancia formal. Por ello desde el día mismo en que formulé esta ley me dediqué a intentar dotarla de un auténtico significado físico". Y es lo que hizo en lo que más tarde llamó en su autobiografía "las semanas de mayor esfuerzo intelectual de mi vida científica". En esas semanas, en efecto, introdujo la hipótesis de que la radiación se emitía en pequeñas unidades discontinuas, o discretas, en "paquetes" de energía que llamó "cuantos" y consiguió deducir la ley a partir de los supuestos de la termodinámica y la mecánica estadística. El 14 de diciembre de 1900 presentó finalmente la ley que resolvía el problema de la radiación del cuerpo negro, y en la cual se suponía que la energía emitida se realizaba de a saltos, y donde aparecía la constante "h", una de las constantes fundamentales de la naturaleza, y que hoy lleva el justo nombre de "constante de Planck". Demócrito triunfaba una vez más sobre Aristóteles, esta vez en el terreno de la energía. Y la física entraba en una nueva era.

PLANCK, EL FOTON Y DESPUES

La ley de Planck que resolvía el enigma del cuerpo negro fue inmediatamente aceptada como correcta, porque todos los experimentos realizados en los años inmediatos a 1900 confirmaron una y otra vez sus predicciones. Pero prácticamente nadie –y ni siquiera el mismo Planck– advirtieron el potencial de cambio revolucionario de la teoría (Planck trató, dicho sea de paso, de encontrar una explicación "clásica" a los paquetes de energía). Fue Einstein quien en 1905, para explicar el efecto fotoeléctrico, supuso que la luz estaba cuantificada en "fotones", asimilables a partículas de luz, de energía hv (v es la frecuencia de la luz). En 1912, Niels Bohr cuantificó los estados posibles de un electrón moviéndose alrededor del núcleo y pudo elaborar una teoría estable del átomo de hidrógeno. Entre los años 1920 y 1930, aproximadamente, y principalmente por obra de Werner Heisenberg y Erwin Schroedinger, nacía la mecánica cuántica que, con sucesivos refinamientos, permitió elaborar una teoría completa y compleja de los fenómenos atómicos y nucleares y terminó por constituirse en uno de los cuerpos de teoría más estables y firmes del siglo.

DIFICULTADES

La potencia de la mecánica cuántica y su capacidad explicativa sólo son comparables a los problemas filosóficos y epistemológicos que plantea. Es la mecánica cuántica la que considera que los objetos microscópicos son a la vez ondas y partículas –o si se quiere, que se comportan a veces como ondas y a veces como partículas–, es la mecánica cuántica la que introduce nociones tan extrañas como que un electrón, por ejemplo, es sólo una onda matemática de probabilidad, la que prohíbe la noción de "medición exacta" –principio de incertidumbre mediante– la que da origen a la antimateria, y la que hace que partículas virtuales salgan de la nada y vuelvan a sumergirse en ella. Las derivaciones ulteriores de la mecánica cuántica ponen en cuestión la consistencia de los objetos microscópicos y obligan a replantearse el problema de la "realidad de la realidad". Desde que la mecánica cuántica se estableció, y permitió iluminar y explicar una multitud de fenómenos de la naturaleza, la discusión filosófica no ha cesado. Y todo empezó ese 14 de diciembre de 1900, con la cauta presentación de Planck que resolvía el enigma del cuerpo negro, y de la cual dijo más tarde Niels Bohr: "El descubrimiento del cuanto inauguró una nueva época para la física", y Einstein agregó: "Este descubrimiento planteó a la ciencia una tarea nueva: la de encontrar una nueva base conceptual para toda la física".

NOVEDADES EN CIENCIA

¿NUEVA EXTINCION EN MASA?

SCIENTIFIC AMERICAN La vida ha tenido que recuperarse de, por lo menos, cinco grandes extinciones masivas. Ahora, aparentemente, marchamos hacia otra: esta vez, la causa no es una catástrofe global o un violentísimo cambio climático sino, lisa y llanamente, la acción y la presión humana sobre los hábitat de muchísimas formas de vida. Al menos, ésa es la conclusión a la que han llegado los científicos reunidos en el encuentro anual de la Sociedad de Paleontología de Vertebrados, celebrado hace poco en la ciudad de México. "Como ha ocurrido con las otras grandes extinciones, la actual crisis biológica afecta a un amplio rango de especies de todo el mundo", dijo la paleontóloga norteamericana Catherine Badgely, de la Universidad de Michigan. Los números lo dicen todo: hoy, el 25 por ciento de los mamíferos y el 15 por ciento de las aves están amenazados o en peligro de extinción. Los expertos reunidos en México enumeraron las principales causas de este preocupante panorama ecológico: destrucción y modificación de hábitat naturales (deforestación, por ejemplo), caza excesiva, contaminación de agua, introducción de especies *extranjeras* y el incremento de las emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera. "La extinción masiva no es inevitable", dice Badgely, "pero hacen falta profundos cambios en las acciones humanas".

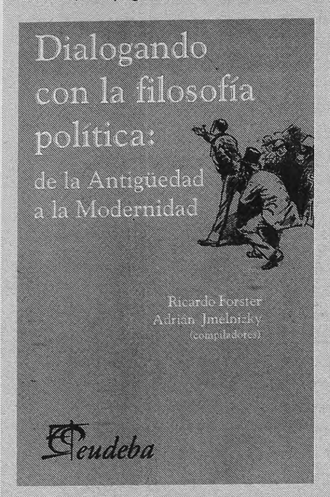
TRES NOTICIAS DEL COSMOS



SKY & TELESCOPE Son tiempos de ofertas y promociones, y por eso **Futuro** le ofrece tres noticias del espacio al precio de una. Primera: hace apenas dos semanas, anunciamos el descubrimiento de cuatro nuevas lunas girando alrededor de Saturno. Hasta ahí, ya sumaban 24 satélites. Pero hace unos días, un grupo internacional de astrónomos detectó otras cuatro, con la ayuda del enorme Telescopio Franco-Canadiense, instalado en Hawaii. Ya son 28, pero el enjambre saturnino podría ser aún mayor. La otra novedad viene de las afueras del barrio solar: recientemente, otro equipo internacional de astrónomos descubrió una enana marrón a apenas 13 años luz del Sol. Al igual que las demás enanas marrones, se trata de un híbrido gaseoso, a mitad de camino entre un planeta gigante y una estrella. Aparentemente tendría entre 60 y 90 veces la masa de Júpiter y es uno de los objetos más próximos al Sistema Solar. Por último, una de cometas: hace unas semanas, y en forma independiente, los astrónomos aficionados Syogo Utsunomiya (japonés) y Albert Jones (neocelandés) tropezaron con un pálido manchón de luz en la constelación de Vela. Poco más tarde, el cometa Utsunomiya-Jones se convirtió en uno de los más brillantes de los últimos años. Muchos observadores australes lo estuvieron siguiendo con binoculares y pequeños telescopios. Para finalizar, un dato de color: en 1946, Albert Jones descubrió su primer cometa. Ahora, nada menos que a la edad de 80 años, se ha dado el gusto de encontrar otro. Cincuenta y cuatro años más tarde, este veterano observador del cielo tuvo un nuevo y merecido premio a su paciente búsqueda.

LIBROS Y PUBLICACIONES

DIALOGANDO CON LA FILOSOFIA POLÍTICA
De la Antigüedad a la Modernidad
Ricardo Forster y Adrián Jmelnizky
(compiladores)
Eudeba, 217 páginas



Este libro es el producto del trabajo de la cátedra de Filosofía Política del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires. El contenido de cada capítulo ha sido extraído de los cursos con la idea de entablar un diálogo con los alumnos, suficientemente amplio como para despertar también el interés de profesores y curiosos en general.

En *Dialogando con la filosofía política...* se evidencia que la crisis de la política actual no es única. A través de la historia, el pensamiento político fue definiendo su esfera de acción. Fueron siglos de mutaciones filosóficas. En ese sentido, la idea de los autores es esencialmente "volver a las fuentes", confrontar nuevamente con aquellos que, desde la antigüedad clásica, pensaron la política. Los distintos trabajos que integran esta obra están dedicados a Platón y Aristóteles, a la Edad Media y al pensamiento de Marsilio de Padua, a Maquiavelo, Hobbes, Locke, Rousseau, Toqueville, Stuart Mill, Weber y Marx. **F.M.**

AGENDA CIENTIFICA

EL ARTE ILUSTRA A LA CIENCIA
Página/12 invita a la muestra *El arte ilustra a la ciencia*, del artista plástico (y parte del equipo de diagramación de este diario) Alberto Otamendi. Se exhibirán tapas y originales de **Futuro**. La exposición podrá visitarse durante todo diciembre de 11 a 19 en el Planetario Galileo Galilei de la Ciudad, Av. Sarmiento y Figueroa Alcorta, con entrada libre y gratuita.

MUSEO PARTICIPATIVO DE CIENCIAS
El Museo Participativo de Ciencias informa que los horarios de verano –donde está estrictamente prohibido NO tocar– son de lunes a viernes de 12 a 19 y sábados y domingos de 15 a 20, en Junín 1930, Capital. Para informes: 4807-3260. Módulos interactivos en Internet: **www.mpc.org.ar**

DIVULGACION ASTRONOMICA EN EL PLANETARIO
El Planetario Galileo Galilei de la Ciudad de Buenos Aires invita al espectáculo *En el espacio profundo*, los sábados y domingos de diciembre en el horario de 15, 16.30 y 18. El valor de las localidades es de 4 pesos. Avenida Sarmiento y Figueroa Alcorta.

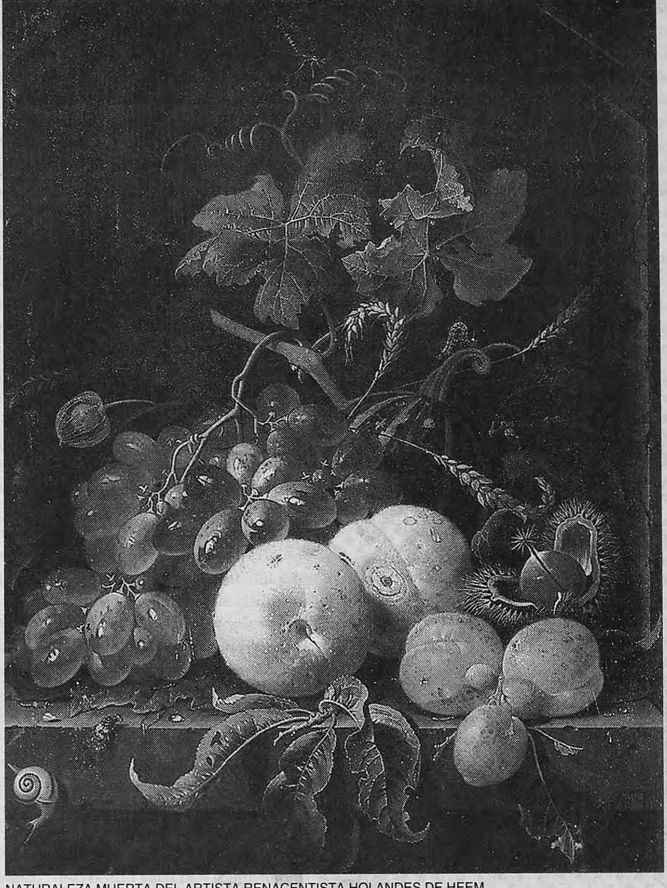
CUANDO EL ARTE ES PELIGROSO PARA LA SALUD

Pinturas venenosas

POR ILEANA LOTERSZTAIN

Duele aceptarlo, pero las pinturas antiguas ya no son lo que eran. Los azules intensos y los rojos furiosos de Van Gogh y Miguel Angel se destiñen inevitablemente día tras día. Y aunque no es fácil echar culpas, a esta altura ya está bastante claro que la luz es uno de los principales verdugos de las pinturas. Pero la novedad es que, además de decolorar obras de arte, la luz puede también tornarlas venenosas. Al menos ése parece ser el caso de los lienzos que pintaron los artistas holandeses Abraham Mignon y Jan Davidsz de Heem.

Como buenos artistas del Renacimiento, De Heem y Mignon pintaban naturalezas muertas. En los cuadros de De Heem aparecen los clásicos vasos de vino y los platos repletos de frutas. Pero al artista lo obsesionaban los cráneos y los relojes de arena, que aparecen en toda una serie a la que tituló *La vanidad de la vida*.


NATURALEZA MUERTA DEL ARTISTA RENACENTISTA HOLANDES DE HEEM.

COLORES ROBADOS

Los curadores del Museo Estatal de la ciudad de Amsterdam notaron que el limón del *Festín de frutas y flores* de De Heem y la rosa amarilla de la *Naturaleza muerta con flores y reloj* de Mignon habían perdido dramáticamente su brillo.

El alguna vez llamativo amarillo de esas obras provenía del oropimente, un colorante que estaba muy de moda en el Renacimiento. Para esa época, el pigmento tenía por lo menos 1500 años de historia. Su color dorado despertaba toda clase de fantasías. El emperador romano Calígula soñaba con producir oro a partir del oropimente y subvencionó toda clase de experimentos para conseguirlo (en vano, por supuesto).

La "fiebre del oro" tampoco era algo nuevo; tenía sus raíces en Aristóteles. En la filosofía aristotélica, todas las cosas tienden a la perfección.

Como el oro se consideraba "más perfecto" que el resto de los metales, éstos debían ser la materia prima a partir de la cual se formaba la sustancia perfecta. Los alquimistas soñaban con poder reproducir en sus talleres lo que pasaba en forma natural debajo de la tierra. La búsqueda del "oro filosofal" se prolongó durante siglos.

El oropimente está compuesto básicamente de arsénico y azufre, que le da el color amarillo. Los que descubrieron las bondades colorantes del pigmento –entre muchas otras cosas– fueron los chinos, pero el nombre se lo pusieron los romanos (en latín, el prefijo *auri* quiere decir dorado y *pigmentum*, pintura). En Europa, el oropimente se empezó a usar como colorante recién en la Edad Media, para pintar los manuscritos miniados, que eran unos libros que se dibujaban a mano y que se adornaban con pinturas e ilustraciones.

EL VENENO QUE VIENE DEL AIRE

Para averiguar qué estaba pasando con las pinturas, los curadores del museo holandés le pidieron una mano al físico Jaap Boon y a sus colegas del Instituto de Física Atómica y Molecular de la capital holandesa.

Los investigadores cuentan que irradiaron en el laboratorio muestras de oropimente con luz artificial para ver qué encontraban. Vieron que la luz hace que el arsénico y el azufre se separen. El azufre se convierte rápidamente en dióxido de azufre, una sustancia altamente corrosiva, que hace que el amarillo luzca desteñido. Pero los científicos explican que, además de la estética, la luz tiene un segundo efecto sobre el oropimente.Al liberar arsénico, éste se combina con el oxígeno y forma el trióxido de arsénico, un compuesto muy tóxico que hasta hace algunos años se usaba como raticida.

Por suerte, la capa de barniz que cubre las pinturas holandesas mantiene a raya al venenoso arsénico, así que no hace falta usar máscaras de oxígeno para poder apreciarlas.

FINAL DE JUEGO
donde se plantea un enigma lógico

POR LEONARDO MOLEDO

–Recordemos el enigma del sábado pasado –dijo el Comisario Inspector Díaz Cornejo–. Hay dos personas, una mujer y un hombre. La mujer elige un número entero del uno al mil y el hombre, por su parte, también elige un número entero del uno al mil. Ambos lo anotan en dos papelitos separados. Al mirar los papelitos, ¿qué probabilidad hay de que el número que anotó el hombre sea más alto que el que anotó la mujer? La respuesta es la siguiente: si el número que eligió la mujer es 1, hay 999 posibilidades para que el numero que eligió el hombre sea mayor, si el número que eligió la mujer es 2, hay 998, si es 3, 997 y así, hasta llegar a 999, cuando el hombre tiene una sola posibilidad de que el número sea mayor. Y por lo tanto, el número total de posibilidades es 1 + 2 + 3 +....+ 999. Calcular la suma no es difícil, ya que equivale a 999 x 1000 / 2.

–Ahora –dijo Kuhn– tendríamos que proponer otro enigma.

–No estoy seguro del orden –dijo el Comisario Inspector–. No sé si es mejor dar la respuesta primero y el enigma del día después, o a la inversa.

–Bueno –dijo Kuhn–, por hoy, ya está hecho.

–Tampoco sé... –dijo el Comisario Inspector– mmm.... no hemos recibido ninguna respuesta concerniente al final de Final de Juego, y me pregunto por qué.

–A mí también me sorprende –dijo Kuhn–. Pero vayamos al enigma.

–Está bien –dijo el Comisario Inspector Díaz Cornejo–, ya que estamos en el aniversario del trabajo que fundó la teoría cuántica, pongamos un enigma lógico –nadie entendió el peculiar razonamiento, pero el Comisario Inspector siguió sin inmutarse–. Hay dos clubes, el Club de los Honestos y el Club de los Falsos. Los miembros del Club de los Honestos siempre dicen la verdad, y los del Club de los Falsos siempre mienten, y además, todos, o por lo menos todos aquellos que aparecen en estos enigmas, pertenecen o bien a un club, o bien a otro.

El enigma es así: habían asesinado a un prestigioso geólogo, y había un acusado. Como los jueces del lugar no eran confiables, trajeron a un prestigioso juez del extranjero, que no pertenecía a ningún club e hicieron comparecer al acusado.

–¿A qué club pertenece el asesino? –le preguntó el juez al acusado.

El acusado respondió, y entonces el juez supo si era culpable o inocente.

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿El acusado era culpable o inocente? Y, otra vez, ¿creen que Final de Juego se está acercando al final?